

東京都産業労働局「未来を拓くイノベーションTOKYOプロジェクト」

令和元年度採択案件

「宇宙ごみ除去技術の開発 及び 実証衛星の開発・運用」

第1回評価書
【概要版】

令和2年3月

(1) 本事業の背景と課題

- 宇宙空間では約4,500機の人工衛星が運用されており、これらの衛星から取得される情報は、通信放送、気象予測、航空管制など、私たちの生活に深く関わる分野で幅広く利用されています。
- 一方、宇宙空間の利用が進むにつれ、「宇宙ごみ(以下、「デブリ」)」の問題が顕在化しつつあります。デブリとは、寿命が尽きたり故障したりした衛星など回収されないまま宇宙空間に残された不要物を指します。
- 宇宙空間には、すでに2万個以上のデブリが浮遊しており、これらのデブリが人工衛星等に衝突して損害を与える危険が高まっています。このままデブリが増え続ければ、宇宙空間の利用そのものが難しくなる可能性もありますが、解決策は未だ見つかっていません。

(2) 本事業で開発する技術・サービス

- 本事業では、デブリを安全に回収する「デブリ除去サービス」の実現を目指し、デブリへの接近・捕獲技術の開発や技術実証衛星の打上げを行います。
- また、将来的な事業化を見据え、グローバルでの販路拡大、共同研究開発、顧客や顧客衛星の安全性審査・リスク調査等にも取り組みます。

(3) 本事業により期待される波及効果

- デブリの捕獲・除去は技術的な難易度が極めて高く、デブリに着目した研究開発は世界でもわずかです。
- わが国が蓄積してきた高度な技術やノウハウを活用してデブリ除去の技術が実現すれば、国内の宇宙産業の活性化や宇宙産業におけるわが国の国際競争力向上が期待されます。

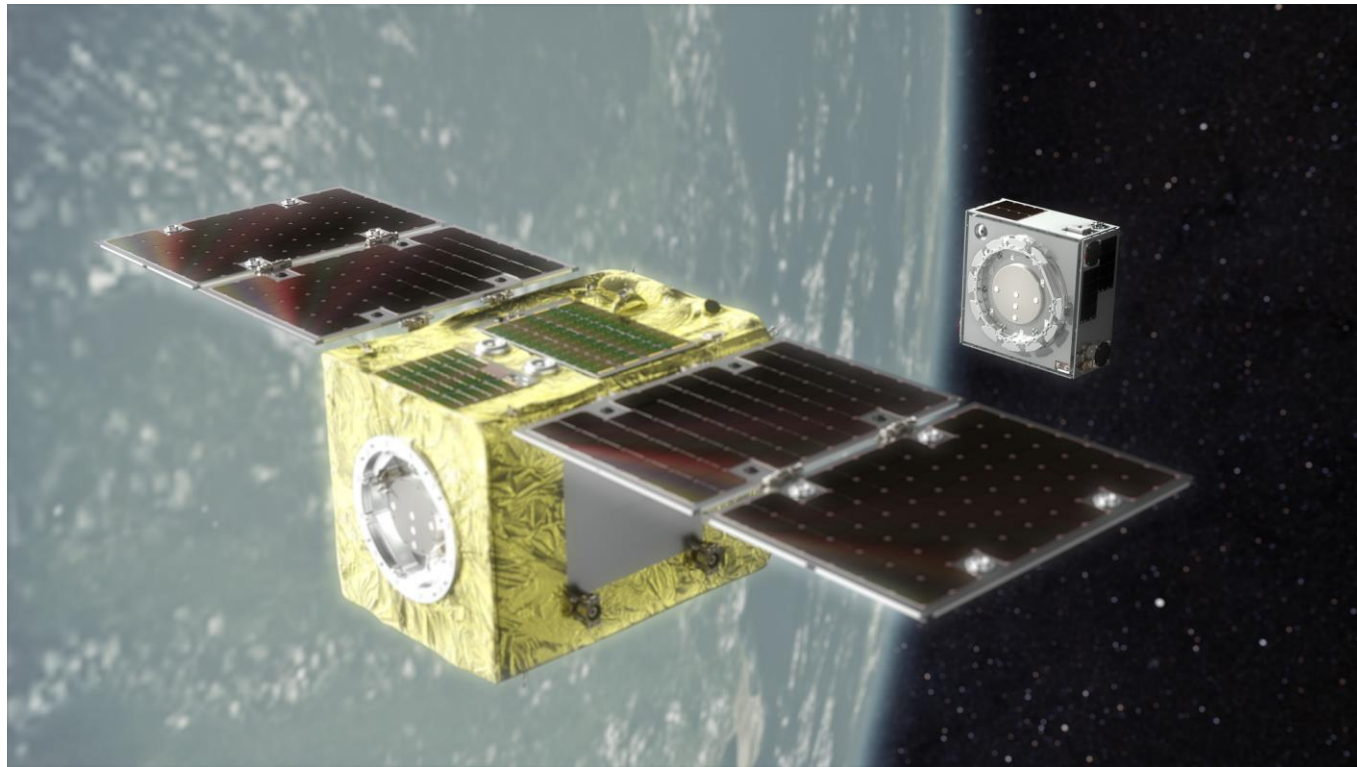
本事業の概要

事業者名	株式会社アストロスケール
都内所在地	東京都墨田区錦糸1-17-2
代表者名	ブラッカビー・クリストファー
本事業の統括責任者	浅葉 薫(Director/Program Manager)
本事業の実施期間	令和2年1月～令和5年3月(3年3カ月)
プロジェクトメンバー	Astroscale Singapore Pte. Ltd.、大手損害保険会社

本事業の実施内容

宇宙空間にあるデブリ除去を行う軌道上サービスの実現を目指し、デブリ除去技術実証衛星「ELSA-d(End of Life Service by Astroscale - demonstration)」による技術実証や、実際のデブリへの接近・捕獲技術の開発を行う。

デブリ除去技術実証衛星「ELSA-d」のイメージ



本事業終了時点(令和4年度)の達成目標



目標①

**模擬デブリ
捕獲の実証**

**小型軽量衛星により模擬デブリに接近して、1.5N
(※)以上の力で把持できる**



目標②

**実デブリへの
接近技術の開発**

**実デブリを観察し、形状・運動状態を判定のうえ、
1.5m以内に接近して画像を取得できる**



目標③

**実デブリの
捕獲技術の開発**

**実デブリを観察し、形状・運動状態を判定のうえ、接
近して1.5N以上の力で把持できる**

※ ある質量を持つ物体を支えるために必要な力を示す単位。1N(ニュートン)は、1kgの物体に加速度 1m/s^2 を生じさせる力の大きさに相当する。

令和元年度 取組状況と成果①

(1) 達成目標に関する取組と成果

大項目	小項目	令和元年度目標	令和元年度の取組と成果	評価
目標①	模擬デブリ捕獲の実証	<ul style="list-style-type: none"> 以下の性能を満たす小型軽量衛星「ELSA-d」を製造 <ul style="list-style-type: none"> 軽量(230kg±10%以下) 小型(1m×1m×1.5m以下) 模擬デブリの把持力1.5N以上 航法誘導制御システム、捕獲機構の地上試験を実施 	<ul style="list-style-type: none"> 左記の性能を満たす「ELSA-d」を製造した。 「ELSA-d」について、以下の試験を行った。 <ul style="list-style-type: none"> 地上での宇宙環境を模擬した試験 航法誘導制御システム及び捕獲機構の試験 宇宙環境を模擬した環境下での電気性能を中心とした試験 現在、発射場搬出に向けた最終試験中。 	○
目標②	実デブリへの接近技術の開発	実デブリの1.5m以内に接近して画像を取得するため、センサの比較検討とアルゴリズムの基本構想の策定を行う	<ul style="list-style-type: none"> 各種カメラやLiDAR(※)を比較検討し、デブリからの距離に応じて使用するセンサーを切り替える構想を固めた。 1.5mまで接近するためのLiDARについて、衛星搭載計算機、地上でのデータ処理、それらの混合方式について比較検討し、混合方式を採用した。 	○
目標③	実デブリの捕獲技術の開発	実デブリを1.5N以上の力で把持するため、捕獲用メカトロニクスの比較検討とアルゴリズムの基本構想の策定を行う	<ul style="list-style-type: none"> 複数種類の捕獲機構、捕獲方式を比較検討し、「機械結合+アーム」を第一候補に、「機械結合+自己伸展機構」を第二候補とした。 	○

※ LiDAR(Light Detection And Ranging)は、対象物に向けて光などを発射し、それが戻ってくるまでの時間で対象物との距離を測定すること。

令和元年度 取組状況と成果②

(2) その他の主な取組と成果

取組内容	主な成果
知的財産	<ul style="list-style-type: none">• すでに出願済みの特許(4件)の早期権利化に向けて、フォローアップを随時行った。• 他社特許を侵害しないために、調査と未出願の知的財産権の特許請求範囲を設定した。• 商標登録は国内外で申請手続を進めている。
事業会社とのオープンイノベーション	<ul style="list-style-type: none">• Astroscale Singapore Pte. Ltd. から派遣されている取締役により、国内外の会合においてデブリ問題に関する啓蒙活動及びデブリ除去サービスの営業活動を行った。
その他	<ul style="list-style-type: none">• プレスリリースや、日本経済新聞、Forbes Japanなどの各種媒体でメディア掲載を行った。• 宇宙空間の安定的利用の確保に関する国際シンポジウム(令和2年2月27~28日)のセッションで岡田光信創業者兼CEOが登壇し、論文発表を行った

令和2年度に向けた課題と対応策

課題① サプライヤーの変更

- センサの組立品について、実績のある企業に外注委託予定であったが、当該社と委託について協議をしたところ、技術的検討の進捗状況の遅れから、当社の希望する対応が困難との結論となった。

課題①に対する対応策

- センサ用光学系については、当社の光学系開発で実績がありJAXAとの取引経験もある企業へ設計・製造を外注委託した。
- その他のセンサ評価、画像処理開発は開発ツールなどのライセンスを導入して、自社にて実施した。

課題② スケジュールの変更

- メカトロニクスの組立品について、実績のある企業に外注委託予定であったが、当該社と協議をしたところ、スケジュール的に今年度内での納入が困難との結論となった。

課題②に対する対応策

- 今年度は試作を見送って概念設計を継続し、イメージが固まり次第、次年度以降に効率的に試作を開始することとした。

令和2年度の実施計画

大項目	小項目	令和2年度計画				令和2年度目標
		1Q	2Q	3Q	4Q	
目標①	模擬デブリ捕獲の実証	衛星打ち上げに向けた試験	衛星打ち上げ		初期運用及びデモミッション	模擬デブリに接近して、1.5N以上の力で把持
目標②	実デブリへの接近技術の開発	耐環境評価	インターフェース基板初期設計(ハードウェア)	アルゴリズム設計(ソフトウェア)		実デブリの1.5m以内に接近して画像を取得
目標③	実デブリの捕獲技術の開発	設計要求検討・BBM(※)設計		BBM製作・評価		実デブリに接近して1.5N以上の力で把持

※ BBM(Bread Board Model)は、新規技術要素を有する開発において、設計の実現性を確認するために製作・試験されるモデル。

(1) 令和元年度目標の達成状況

- 令和元年度における達成目標は、いずれも達成済みであることが確認された。

(2) 今後の事業にあたって留意すべき事項

- 実証衛星の運用体制の構築
 - ・ 実証衛星の打上げに向けて、例えば以下の点について万全の準備が求められる。
 - ・ 運用計画、実証計画の策定
 - ・ 機体故障時の対応、それに基づいた地上での事前実証の実施
 - ・ 専門家によるレビュー体制の構築
 - ・ また、宇宙空間での実証には相当のリスクが伴うため、実証に失敗した場合にステークホルダーの信頼を過度に損なわないような対応方針(=ステークホルダーマネジメント)を検討しておくことも重要。
- 画像処理におけるAI活用の有効性
 - ・ AIによる画像処理はCPUパワーが必要になるため、技術的に難易度が高い。また、AIは特定のパターンを見出すことは得意であるものの、不測の事態が起こり得る宇宙空間には適さない可能性もある。
 - ・ こうしたAI技術の特性を踏まえたうえで、AI活用の有効性について今後より具体的な評価を行うべき。
- 情報発信・情報開示のあり方
 - ・ 現時点では、本事業における情報開示が限定的であるため、実証衛星の打上げ完了後には、論文発表等を通じて実証実験の詳細や技術の到達段階の情報開示を進めることが期待される。
 - ・ 本事業の注目度を踏まえると、過度な期待が独り歩きする危険性があるため、現状の技術で捕獲できるデブリのスペック(重量、加速度、形状等)について明確化するとともに、論文やプレスリリースを通じて社会に正しい情報を発信することが求められる。